

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02140477  
PUBLICATION DATE : 30-05-90

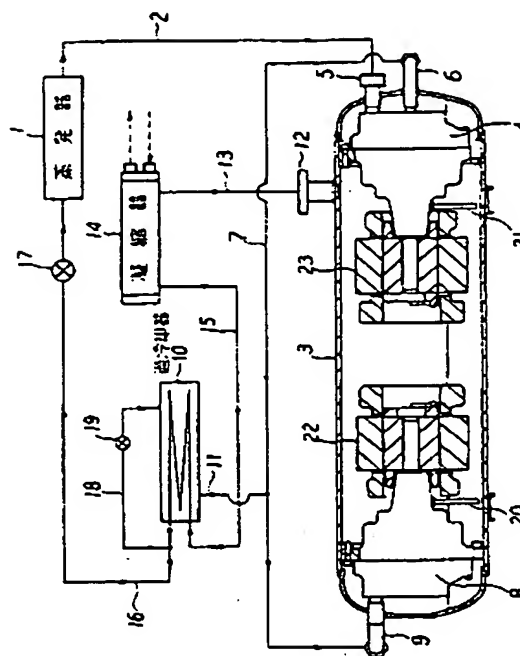
APPLICATION DATE : 18-11-88  
APPLICATION NUMBER : 63292162

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : IZUSHI MINETOSHI;

INT.CL. : F04B 49/00 F04C 23/00 F04C 29/10

TITLE : TWO-STAGE COMPRESSOR



**ABSTRACT :** PURPOSE: To enable the desirable following of the title compressor against the change of working conditions by providing a low-stage compressor on the one side in a casing and a high-stage compressor on the other side in the same casing and driving variably at least one of the respective driving motors by inverter control.

CONSTITUTION: Low-stage intake gas inhaled from the outside of a casing 3 is compressed at a low-stage compressor 4, discharged immediately outside the casing 3 and fed to a high-stage compressor 8 from a high stage inlet 9 without receiving the heating of a low-stage compressor driving motor 23. The compressed gas from the high-stage compressor 8 is discharged into the casing 3 and fed to a condenser 14 from a discharge opening 12 after cooling both high and low pressure driving motor 22, 23. Each rotating speed of these driving motors is inverter controlled so as to enable the matching control and the capacity control of the compressors 4, 8. Moreover, as both low-stage and high-stage compressors 4, 8 are prevented from the cubical expansion of refrigerant gas caused by the motors 22, 23, volumetric efficiency is prevented from being lowered.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑬ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-140477

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

F 04 B 49/00  
F 04 C 23/00  
29/10

識別記号

3 5 1

3 1 1

庁内整理番号

8811-3H

7532-3H

7532-3H

⑬ 公開 平成2年(1990)5月30日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全8頁)

⑭ 発明の名称 二段式圧縮機

⑮ 特 願 昭63-292162

⑯ 出 願 昭63(1988)11月18日

⑰ 発 明 者 永 田 公 雄 静岡県清水市村松390番地 株式会社日立製作所清水工場内

⑰ 発 明 者 出 石 峰 敏 静岡県清水市村松390番地 株式会社日立製作所清水工場内

⑱ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 代 理 人 弁理士 本多 小平 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

二段式圧縮機

2. 特許請求の範囲

- 1 同一ケーシング内の一方に低段圧縮機およびその駆動用モータ、他方に高段圧縮機およびその駆動用モータを設け、低段圧縮機の駆動用モータおよび高段圧縮機の駆動用モータの少くとも一者をインバータ制御により可変速駆動する様に構成したことを特徴とする二段式圧縮機。
- 2 低段圧縮機の駆動用モータおよび高段圧縮機の駆動用モータを夫々インバータ制御により可変速駆動する様に構成した請求項1記載の二段式圧縮機。
- 3 低段圧縮機の駆動用モータおよび高段圧縮機の駆動用モータのいずれか一者をインバータ制御により可変速駆動し、他者を一定速駆動する様に構成した請求項1記載の二段式圧縮機。
- 4 同一ケーシング内の一方に低段圧縮機、他方

に高段圧縮機、中間に該両圧縮機の共通の駆動用モータを設け、該駆動用モータをインバータ制御により可変速駆動する様に構成したことを特徴とする二段式圧縮機。

- 5 前記ケーシング内を、低段圧縮機およびその駆動用モータを収容する第1室と、高段圧縮機およびその駆動用モータを収容する第2室とに圧力隔壁によって区画し、ケーシング外と連通する低段吸入口を低段圧縮機に設け、低段圧縮機から第1室内に吐出されたガスを低段圧縮機の駆動用モータ通過後第1室内からケーシング外へ吐出する低段吐出口をケーシングに設けると共に、高段圧縮機にケーシング外と連通する高段吸入口を設け、高段圧縮機から第2室内に吐出されたガスを高段圧縮機の駆動用モータ通過後第2室内からケーシング外へ吐出する高段吐出口をケーシングに設けた請求項1、2又は3記載の二段式圧縮機。
- 6 高段圧縮機の近傍にてケーシング外と連通する低段吸入口をケーシングに設け、該低段吸入

口からケーシング内に吸入された低段吸入ガスが高段圧縮機の駆動用モータおよび低段圧縮機の駆動用モータまたは該両圧縮機の共通の駆動用モータを通過後ケーシング内にて低段圧縮機に吸入されるようになり、低段圧縮機にケーシング外部と連通する低段吐出口を設けると共に、高段圧縮機にはケーシング外と連通する高段吸入口および高段吐出口を設けた請求項1、2、3又は4記載の二段式圧縮機。

- 7 低段圧縮機にケーシング外と連通する低段吸入口を設け、ケーシングに低段圧縮機近傍にてケーシング外の間圧ガスを導入する中間吸入口を設け、該中間吸入口からケーシング内に導入された中間圧ガスが低段圧縮機からケーシング内に吐出されたガスと合流して低段圧縮機の駆動用モータおよび高段圧縮機の駆動用モータまたは該両圧縮機の共通の駆動用モータを通過後ケーシング内にて高段圧縮機に吸入されるようになり、高段圧縮機にはケーシング外に連通する高段吐出口を設けた請求項1、2、3又は

4記載の二段式圧縮機。

- 8 同一ケーシング内的一方に低段圧縮機およびその駆動用モータ、他方に高段圧縮機およびその駆動用モータを設け、または、同一ケーシング内的一方に低段圧縮機、他方に高段圧縮機、その中間に該両圧縮機の共通の駆動用モータを設け、低段圧縮機にはケーシング外と夫々連通する低段吸入口および低段吐出口を設け、高段圧縮機にはケーシング外と連通する高段吸入口を設け、高段圧縮機からケーシング内に吐出された高段吐出ガスが高段圧縮機の駆動用モータおよび低段圧縮機の駆動用モータまたは該両圧縮機の共通の駆動用モータを通過後ケーシング外へ吐出する高段吐出口をケーシングに設けたことを特徴とする二段式圧縮機。

- 9 低段圧縮機の駆動用モータおよび高段圧縮機の駆動用モータの少くとも一者または該両圧縮機の共通の駆動用モータをインバータ制御により可変速駆動する様に構成した請求項8記載の二段式圧縮機。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は低温(−30〜−90℃)を得る場合の冷凍サイクルの構成要素である二段式圧縮機と冷凍サイクルのマッチングを図るため、負荷に応じて高段圧縮機および低段圧縮機の吐出量を制御して、特に低温で効率を低下させることのない冷凍サイクルを得ることのできる二段式圧縮機に関する。

#### [従来の技術]

低温を得る冷凍機を目的とした圧縮機は、設計上の問題から、一段のみで所要の圧縮をするのではなくて二段で圧縮する二段式圧縮機とされることが多い。従来の二段式圧縮機は、実開昭59-184390号に記載のように、1つのケーシング内で低段圧縮機と高段圧縮機を連結し、ガスは先ず低段圧縮機で圧縮され、その吐出ガスはケーシング内で低段圧縮機駆動モータと高段圧縮機駆動モータとを冷却した後、高段圧縮機に吸入されて圧縮され、ケーシング外に吐出する構造となってい

た。

#### [発明が解決しようとする課題]

上記従来技術は、低段圧縮機と高段圧縮機各々の駆動用モータを持っている構造であるが、容量制御(吐出量制御)、および条件の変化に対する圧縮機効率のマッチングの制御について配慮されておらず、運転条件が変化する急速凍結・製氷・化学プラント等の如く使用条件が変化する場合には、負荷と圧縮機の効率がマッチングせず、使用不可能となるか又は効率低下を来すという問題があった。さらに敷衍説明すると、一般に冷凍機は、大形冷蔵庫のような年間使用条件が一定であるような使い方は少なく、使用条件が変化することが多い。使用条件の変化に追従するためには、低段・高段両圧縮機の容量制御だけでなく、使用条件に応じ低段圧縮機と高段圧縮機との吐出量の比を変化させることでマッチング制御をしなければ、効率低下や使用範囲の狭小化を招くことになる。

また、前記従来技術は、低段圧縮機吐出ガスで

低段モータと高段モータを冷却する方式なので、高段圧縮機の効率が低下し、これにより低段圧縮機の効率が低下する。この事をさらに敷衍説明すると、高段圧縮機では、高段圧縮機吸入ガスのモータ冷却による加熱分が冷媒を膨張させ、体積効率の低下をまねく。又、この体積効率の低下は低段・高段間の中間圧力を上昇させる。この上昇により、低段圧縮機の吐出圧力は上昇し、圧縮比が増加し、体積効率の低下をまねく。又、前記従来技術では、油分離器を高段圧縮機に設けているので、圧縮機全体の寸法が大きくなる。又、この油分離器から高段及び低段各圧縮機の軸受部に給油する外部配管部が必要となり、装置の複雑化、価格上昇等の要因となる。

以上の従来技術の問題点に鑑み、本発明の1目的は、使用条件の変化に良く追従して効率低下や使用範囲の狭小化を避け得る二段式圧縮機を提供することにある。また他の目的は、圧縮機駆動モータの加熱による高段・低段各圧縮機の効率低下の防止と、油分離の構造、軸受給油方式等の簡素

化する程度なし得る。高段圧縮機駆動モータの回転速度のみを変えれば、容量制御はできないがマッチングの制御はできる。

上記後者の構成においては、ケーシング外部から吸入された低段吸入ガスは低段圧縮機で圧縮後、直ちにケーシング外へ吐出され、低段圧縮機駆動モータの加熱を受けることなく高段吸入口へ接続される。高段吸入ガスは高段圧縮機で圧縮機ケーシング内へ吐出され、高段圧縮機駆動モータを冷却し、さらに低段圧縮機駆動モータを冷却後、ケーシング外部に吐出される。これらにより低段圧縮機と高段圧縮機はいずれもモータの加熱による冷媒ガスの体積膨張がないので体積効率の低下防止ができる。また高段吐出ガスがケーシング内へ吐出してから、高段圧縮機駆動モータと低段圧縮機駆動モータを冷却する間に油は分離され、ケーシング下部に溜まる。この油を高段・低段両圧縮機へ圧力差で給油すれば、油分離器が不要となり、給油配管等も簡素化できる。

化を図った二段式圧縮機を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

上記の1目的は、低段圧縮機駆動モータおよび高段圧縮機駆動モータの少くとも1つをインバータ制御により可変速駆動することにより達成される。

また他の目的達成のためには、低段圧縮機と高段圧縮機および夫々の駆動モータを同一ケーシング内に設け、低段圧縮機の吐出ガスをケーシング外に取り出し、これを外部配管を経て高段圧縮機の吸入口へ接続し、高段圧縮機の吐出ガスはケーシング内で高段圧縮機駆動モータおよび低段圧縮機駆動モータ冷却した後ケーシング外へ吐出するよう構成する。

#### 【作用】

上記前者の構成において、低段圧縮機駆動モータおよび高段圧縮機駆動モータの回転速度を夫々適切に変えることにより圧縮機のマッチング制御および容量制御を行うことができる。低段圧縮機駆動モータの回転速度のみを変えても上記制御を

#### 【実施例】

本発明の一実施例を第1図により説明する。蒸発器1から出た低温・低圧の冷媒ガスは吸入管2を通り、スクロール型圧縮機のケーシング3を貫通して低段圧縮機4と連結する低段吸入口5から低段圧縮機4に入り、そこで圧縮されて中温・中間圧の冷媒ガスとなり、低段圧縮機吐出口から、ケーシング3を貫通して圧縮機外部と連結する低段吐出口6を通過して圧縮機外部へ吐出される。この中温・中間圧の冷媒ガスは、高段圧縮機8の高段吸入口9へ接続されている中間配管7を通る。その途中で、この中温・中間圧の冷媒ガスは、過冷却器10から配管11を経て合流した低温・中間圧の冷媒ガスにより冷却され、低温・中間圧の冷媒ガスとなる。この低温・中間圧の冷媒ガスは高段吸入口9から吸入され、高段圧縮機8により圧縮されて高温・高圧となり、ケーシング3内に吐出される。この吐出ガスは、高段モータ22を冷却し、さらに低段モータ23を冷却し、吐出口12からケーシング3外部へ吐出される。この吐

## 特開平2-140477 (4)

出ガスは吐出管13を通り、凝縮器14により中温・高圧の冷媒液となり、配管15を経て過冷却器10を通り、配管16により主膨張弁17に接続される。過冷却器10から配管16内に出た冷媒液の一部は分流し、配管18を通り、補助膨張弁19により低温・中間圧の冷媒ガスにガス化し、上記の中温・高圧の冷媒液をさらに過冷却する。次いで、この冷媒ガスは配管11により配管7と合流し、前記で述べた高段圧縮機8に吸入される。一方、配管16から主膨張弁17に導かれた中温・高圧の冷媒液は、主膨張弁によりガス化し、蒸発器1で熱交換されて低温・低圧の冷媒ガスとなり、この熱交換後の低温・低圧の冷媒ガスは吸入管2を通して低段圧縮機4に吸入される。以上のように一連の冷凍サイクルが構成される。

低段圧縮機、高段圧縮機の軸受その他に給油された油は、高段圧縮機の吐出ガスと共にケーシング3内に吐出される。その大半は吐出された直後のケーシング内壁への衝突により分離され、ケーシング3下部に溜まるが、ミスト状に拡散された

ガスにより冷却される。

又、高段圧縮機吐出から高・低段両モータを冷却する間に吐出ガス中の油分は、ケーシング内壁を含む各機器の表面に付着するので油分離効果があり、従って油分離器は、不要であり、又、ケーシング3内下部に溜まった油は、ケーシング3内が高圧なので、高段・低段両圧縮機の各軸受その他の給油も圧力差により直接給油でき、油配管等は不要となるという利点がある。

低段圧縮機4と高段圧縮機8の大きさの比（吐出量比）は、使用範囲の中央値（但し必ずしも丁度中央でなくてもよい）に見合うように設定する。蒸発器での蒸発温度がマイナス30～60℃で凝縮器での凝縮温度が30～50℃の冷凍機を例にとると、使用範囲の中央値を蒸発温度マイナス45℃凝縮温度40℃に選べば、低段圧縮機と高段圧縮機の吐出量比は約2対1に設定する。更に、低段モータ23と高段モータ22を回転数変化するインバータ駆動方式とし、周波数は45～90Hzに変化可能とする。したがって低段圧縮機

油粒は、高段モータ冷却のための通過の際および低段モータ冷却のための通過の際各モータ表面及びケーシング内壁に付着し回収される。回収された油はケーシング下部に溜まり、給油パイプ20、21から各軸受その他に圧力差により給油される。以上のように油サイクルが構成される。

上記の構成によれば、低段圧縮機、高段圧縮機ともにモータからの加熱分による冷媒ガスの体積膨張がないので体積効率の低下防止ができる。すなわち、モータ冷却は、高段圧縮機吐出ガスにより高段モータと低段モータを冷却する方式となっており、モリエル線図上吐出ガス温度は80～120℃、各モータの耐熱温度（絶縁等級F値相当155℃）以下となり、冷却効果はある。本発明者らの実験によれば、吐出ガス温度がモータの耐熱温度から15℃低ければ、モータ冷却として特に問題はないという結果を得ている。高段圧縮機から吐出したガスがケーシング3から出る吐出口12の位置を第1図の如く低段モータ11の後流にすることにより、高・低段両モータは吐出

と高段圧縮機との吐出量比は低段1対高段1から低段4対高段1まで変えることが出来る。上記の冷凍機の例において、蒸発温度がマイナス30℃で凝縮温度が30℃という使用条件の場合は、低段圧縮機と高段圧縮機との吐出量比を低段1対高段1に近い運転とし、逆に蒸発温度がマイナス60℃で凝縮温度が50℃という使用条件の場合は該吐出量比を低段4対高段1に近い運転とする。これにより、使用条件に応じた両圧縮機のマッチングができる。又、低段圧縮機と高段圧縮機との吐出量比を変えずに高段モータと低段モータとを同時に回転数を増減することにより、低・高両段よりなる圧縮機の容量が変化できる（すなわち容量制御ができる）。この結果、冷凍機の使用条件変化と容量変化に追従できる他、各条件において効率を低下させることなく、高い効率が得られる。

上記制御の作用を製氷の場合を例に説明する。製氷においては、水から氷を作り、氷が出来ると次の製氷に入るの、条件は常に変化する。20℃の水からマイナス20℃の氷を作る場合、20

## 特開平2-140477 (5)

ての水の状態では低段圧縮機の吸入圧力が上昇し、低段モータの負荷が最大となる。この状態では低段圧縮機の負担を軽減するために、高段モータの回転数を上昇させ、中間圧力を下げることにより、低段の負荷を高段に移す。又反対にマイナス20℃の水の状態では低段圧縮機の吸入圧力が低下し、低段モータの負荷が最小となる。この状態では低段圧縮機が余裕があるので、高段モータの回転数を下降させ、中間圧力を上げることにより、高段の負荷を低段に移す。低段モータの回転数を変化し、それに見合せて高段モータの回転数を変化させることにより圧縮機全体の容量を変えることができる。

なお、低段モータ23を回転数変化可能なインバータ駆動方式とし、周波数は45～90Hzに変化可能とし、高段モータ22は一定速とする態様も可能である。したがってこの態様の場合、低段圧縮機と高段圧縮機との吐出量比は、60Hz地区では、低段1.33対高段1から低段3対高段1まで変えることが出来る。蒸発温度がマイナス30℃

で凝縮温度が30℃という使用条件の場合は該吐出量比を低段1.33対高段1に近い運転とし、逆に蒸発温度がマイナス60℃で凝縮温度が50℃という使用条件の場合は該吐出量比を低段3対高段1に近い運転とする。これにより使用条件に応じたマッチングができる。又低段モータの回転数を変えることにより、吸入するガス量が変わり、容量の変化すなわち容量制御ができる。(ただし、高段モータが一定速であるから容量変化を目的とした場合の負荷とのマッチングについては、前記の如く高段・低段両モータをインバータ駆動とした場合の方が良い)。

また、低段モータ23を一定速とし、高段モータ22を回転数変化可能なインバータ駆動方式とし、周波数は45～90Hzに変化可能とする態様も可能である。したがってこの態様の場合、低段圧縮機と高段圧縮機との吐出量比は、60Hz地区の場合、低段1.33対高段1から低段3対高段1まで変えることが出来る。蒸発温度がマイナス30℃で凝縮温度が30℃という使用条件の場合は該

吐出量比を低段1.33対高段1に近い運転とし、逆に蒸発温度がマイナス60℃で凝縮温度が50℃という使用条件の場合は該吐出量比を低段3対高段1に近い運転とする。これにより使用条件に応じたマッチングができる。本実施例においては、このように高段モータの回転数を変えることにより負荷とのマッチングが成る程度可能である。しかし、圧縮機の容量変化はできない。

以上の実施例で述べた様な、低段モータ、高段モータの回転数の調整による圧縮機の負荷、使用条件に応じた容量制御およびマッチングの制御は、以下に述べる各実施例においても同様に実施される。(ただし、第6図に示したものは、駆動用モータが1個であるので、容量制御のみ可能であり、負荷とのマッチングのための制御は出来ない。)

第2図は他の実施例を示し、これは第1図の実施例において高段圧縮機8と低段圧縮機4の間にケーシング3内の上半に支切り板3'を設けたものであり、これにより、高段圧縮機吐出ガスの流れはケーシング上部から下部方向に変わり、油

分離効果、高段・低段両モータ冷却効果が更に改良される。

他の実施例を第3図に示す。本実施例はケーシング中央部に圧力隔壁24を設け、低段圧縮機4と高段圧縮機8を分離してある。吸入口5から吸入され低段圧縮機4からケーシング3内に吐出されたガスは、低段モータ23を冷却した後、低段吐出口6からケーシング3外の中圧配管7を経て高段吸入口9から高段圧縮機8に入り、高段圧縮機8からの吐出ガスはケーシング3内にて高段モータを冷却した後、高段吐出口12からケーシング外に吐出される。上記以外の点は第1図と同様である。本実施例によれば、高段・低段とも吐出圧力に見合った給油が得られる。

更に他の実施例を第3図に示す。本実施例はケーシング内部を低圧(低段圧縮機の吸入圧)としたものである。すなわち、低圧低温ガスはケーシング3の高段側に設けた吸入口5からケーシング3内に入り、高段モータ22および低段モータ23を冷却した後、低段圧縮機4に入って圧縮さ

れ、低段圧縮機4からの吐出ガスは低段吐出口6からケーシング3外の間圧配管7を経て高段吸入口9から高段圧縮機8に吸入され、高段圧縮機8からの吐出ガスは高段吐出口12からケーシング3外に吐出される。その他の点は第1図と同称である。本実施例では低段・高段両モータの冷却が低圧低温の低段吸入ガスの通過で行われるので冷却効果が大きい。

更に他の実施例を第5図に示す。本実施例はケーシング3の内部を中間圧（低段圧縮機の吐出圧）としたものである。すなわち、低段吸入口から入って低段圧縮機4からケーシング3内に吐出された中間圧のガスは、過冷却器から配管11を経た中間圧のガスとケーシング3内で合流し、低段モータ23および高段モータ22を冷却してケーシング3内で高段圧縮機8に吸入され、高段圧縮機8の吐出ガスは高段吐出口12からケーシング外に導かれる。他の点は第1図と同様である。本実施例によれば、第1図に示したケーシング外部の中間圧配管7は不要となり、簡素化が図れる。

#### [発明の効果]

本発明によれば、冷凍機の使用条件の変化に応じて、低段モータと高段モータの回転数を夫々変えることにより、条件変化に追従する圧縮機が得られ、各使用条件で高い効率が得られるマッチング制御ができる。又、容量の変化に対しても、低段モータと高段モータを同時に回転数を変えることにより、効率を下げることなく容量調整可能となる。これらにより、使用範囲は拡大し、冷凍機と圧縮機がマッチングする二段式圧縮機が得られる。

また本発明によれば、低段・高段両圧縮機ともモータ冷却に伴う冷媒ガスの加熱膨張による体積効率の低下防止ができる。又、高段吐出ガスで高段・低段両モータを冷却するとともに、油分離効果があるので、油分離器は不要となり、又、高圧の油溜から圧力差で給油することができ、コンパクトな二段式圧縮機が得られる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第6図は本発明の夫々の実施例に

なお、第4図又は第5図に示した実施例において、高段モータ22と低段モータ23との間に、第2図の如き上部支切り板3'を設けることもできる。

別の実施例を第6図に示す。本実施例はケーシングの中央に設けた1つのモータ25で、低段圧縮機4と高段圧縮機8を同時に駆動するものである。これにより圧縮機の小形化が図れる。但し、本実施例は、上述の他の各実施例と異なり、モータ25の回転速度のインバータによる制御により容量制御を行うことはできるが高段・低段圧縮機の負荷に応じたマッチング制御はできない。しかしながら、第6図に示す本実施例では、前記第1図で述べた実施例と同様、モータからの加熱分による低段・高段両圧縮機の体積効率の低下の防止効果、ならびに、油分離効果および圧力差による給油効果は期待し得る。

なお、第4図又は第5図に示した実施例において、低段圧縮機と高段圧縮機の両者をその中間に在る共通のモータで駆動する態様も可能である。

よるスクロール二段式圧縮機の縦断面構造とそれを用いた冷凍サイクルの構成図である。

- |          |          |
|----------|----------|
| 1…蒸発器    | 3…ケーシング  |
| 4…低段圧縮機  | 7…中間圧配管  |
| 8…高段圧縮機  | 10…過冷却器  |
| 14…凝縮器   | 17…主膨張弁  |
| 19…補助膨張弁 | 22…高段モータ |
| 23…低段モータ | 24…圧力隔壁  |
| 25…モータ   |          |

代理人

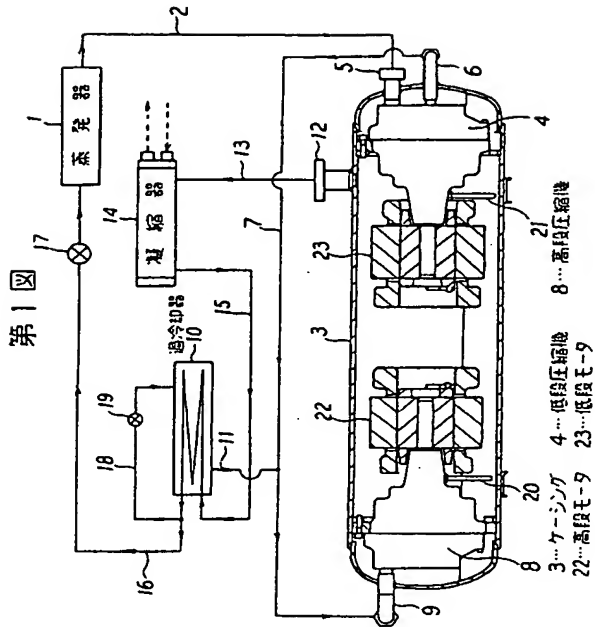
本 多 小



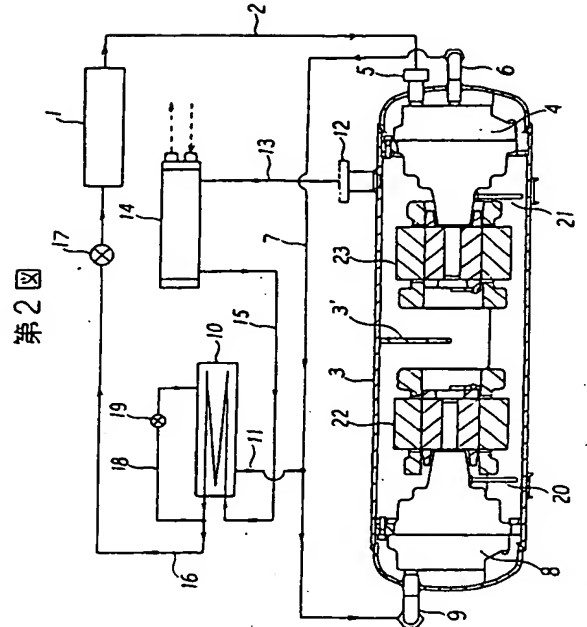
谷 浩 太



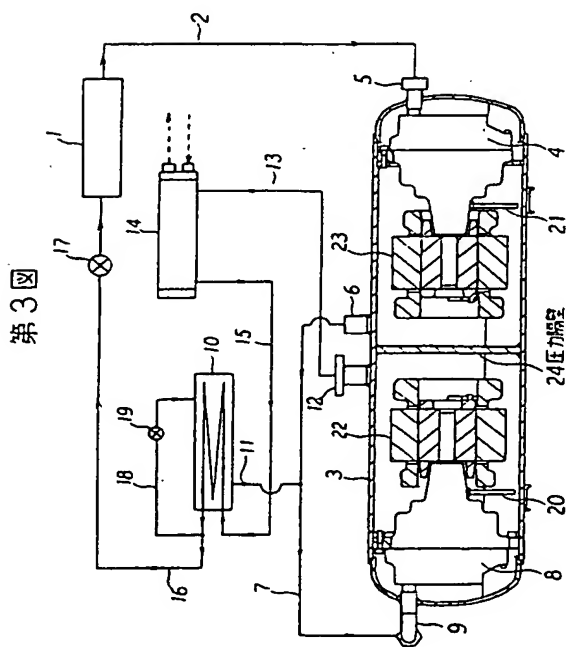
第1図



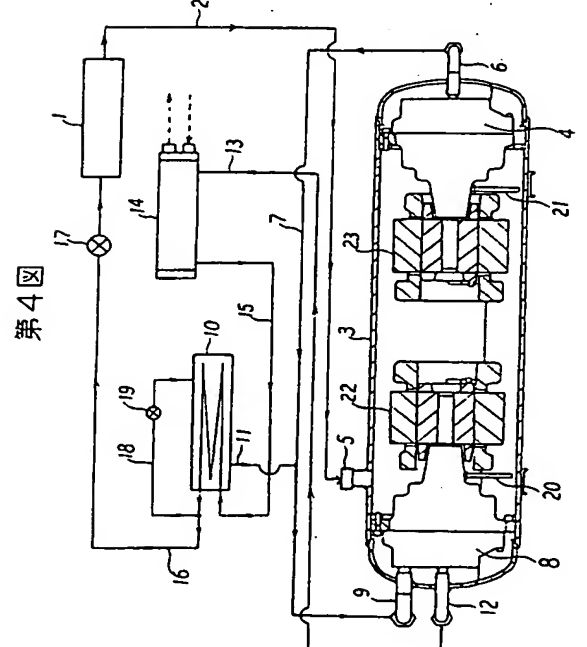
第2図



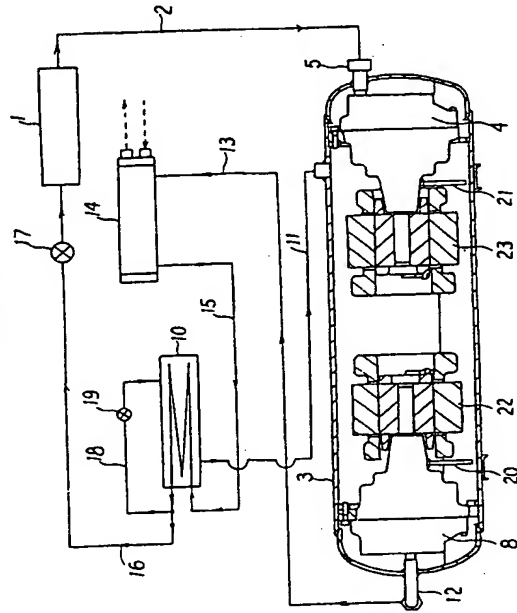
第3図



第4図



第5図



第6図

